

Urszula Mikołajczyk
Stella Bujak-Pietrek
Irena Szadkowska-Stańczyk

ANALIZA NARAŻENIA NA PYŁY PRACOWNIKÓW ZATRUDNIONYCH W RÓŻNYCH ZAKŁADACH BRANŻY CHEMICZNEJ NA PODSTAWIE POMIARÓW PRZEPROWADZONYCH PRZEZ LABORATORIA BADAŃ ŚRODOWISKA PRACY W POLSCE W LATACH 2001–2005

ANALYSIS OF WORKERS' EXPOSURE TO DUST IN VARIOUS CHEMICAL INDUSTRY PLANTS
BASED ON MEASUREMENTS CONDUCTED BY WORK ENVIRONMENT RESEARCH LABORATORIES
IN POLAND IN 2001–2005

Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź
Zakład Środowiskowych Zagrożeń Zdrowia, Pracownia Aerozoli

STRESZCZENIE

Wstęp: Celem publikacji jest przedstawienie wyników szczegółowej analizy narażenia na pyły pracowników zatrudnionych przy produkcji i przetwarzaniu substancji chemicznych prowadzonej z uwzględnieniem produkowanego surowca oraz pod kątem stanowisk pracy i rodzaju emitowanych pyłów. **Materiał i metody:** Dane o narażeniu na pyły, niezbędne do przeprowadzenia analizy, uzyskano na podstawie pomiarów stężeń pyłów wykonywanych przez laboratoria badań środowiska pracy. Ich wyniki dostępne były w działach higieny pracy wojewódzkich i powiatowych stacji sanitarno-epidemiologicznych w Polsce. Obliczono przeciętne stężenia pyłu wdychalnego i respirabilnego na określonych stanowiskach pracy w przemyśle chemicznym (z uwzględnieniem 7 grup). Oszacowano odsetek pomiarów przekraczających obowiązujące w tym zakresie normatywy higieniczne. **Wyniki:** Analizą objęto 2800 wyników pomiarów stężeń pyłów w zakładach branży chemicznej. Najwyższe stężenia obu frakcji pyłu, zawierającego zazwyczaj kilka procent wolnej krystalicznej krzemionki (WKK), oraz najwyższy odsetek przekroczeń NDS odnotowano przy produkcji podstawowych chemikaliów. Stężenie pyłu wdychalnego w tej grupie wynosiło 2,83 mg/m³, a odsetek wyników pomiarów powyżej NDS – 16,57%, natomiast dla pyłu respirabilnego wartości te wynosiły odpowiednio: 0,75 mg/m³ i 27,32%. **Wnioski:** Ekspozycja na pył w przemyśle chemicznym jest zróżnicowana w zależności od rodzaju produkcji. Szczególnie wysokie stężenia pyłu przekraczające NDS występują w zakładach produkujących podstawowe chemikalia. Med. Pr. 2012;63(1):39–54

Słowa kluczowe: pył zawierający WKK, przemysł chemiczny, narażenie zawodowe

ABSTRACT

Background: The aim of this publication is to present the results of a detailed analysis of dust exposure in the production and processing of chemical substances, including the kind of produced materials, workposts and type of emitted dusts. **Material and Methods:** Data on dust exposure were based on measurements of dust concentrations performed by industrial hygiene laboratories. Their results were obtained from sanitary and epidemiological stations operating throughout Poland. Average concentrations of inhalable and respirable dust at specific workposts in the chemical industry (including 7 groups) were calculated and the percentage of surveys exceeding hygiene standards was estimated. **Results:** The analysis included 2800 results of dust concentration measurements. The highest concentrations of inhalable and respirable dust (containing a few percent of silica) and the highest percentage of the results above hygiene standards were observed in the manufacture of basic chemicals. The concentration of inhalable dust in this group was 2.83 mg/m³, and the percentage of measurements above hygiene standards – 16.57%, while for respirable dust, these values were respectively: 0.75 mg/m³ and 27.32%. **Conclusions:** Exposure to dust in the chemical industry differs, depending on the type of production. Particularly high concentrations, very often above hygiene standards, were observed in factories manufacturing basic chemicals. Med Pr 2012;63(1):39–54

Key words: silica dust, chemicals industry, occupational exposure

Adres autorek: Zakład Środowiskowych Zagrożeń Zdrowia, Pracownia Aerozoli,
Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, ul. św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: ulmik@imp.lodz.pl
Nadesłano: 22 grudnia 2011
Zatwierdzono: 5 stycznia 2012

WSTĘP

Przemysł chemiczny należy do jednej z najważniejszych i najbardziej dynamicznie rozwijających się gałęzi przemysłu przetwórczego na świecie. Branża ta obejmuje w Polsce 7 grup produkcji:

- produkcja podstawowych chemikaliów,
- produkcja pestycydów i pozostałych środków agrochemicznych,
- produkcja farb i lakierów,
- produkcja wyrobów farmaceutycznych,
- produkcja środków myjących i czyszczących oraz artykułów kosmetycznych i toaletowych,
- produkcja pozostałych wyrobów chemicznych,
- produkcja włókien chemicznych.

Z danych Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) wynika, że w Polsce w 2009 roku przy produkcji wyrobów chemicznych zatrudnionych było blisko 100 tys. osób (1). Specyfika branży chemicznej polega na tym, że każdy wytworzony produkt lub półprodukt może działać szkodliwie na organizm człowieka. O stopniu szkodliwości danego związku chemicznego decyduje jego ilość oraz czas ekspozycji. Zagrożenia występujące w przemyśle chemicznym są zróżnicowane a występujące czynniki szkodliwe mogą mieć działanie toksyczne, niebezpieczne dla zdrowia pracowników (2–5). Głównymi źródłami emisji pyłów w przemyśle chemicznym są procesy technologiczne, głównie przy produkcji podstawowych chemikaliów, nawozów sztucznych i tworzyw sztucznych. W zależności od rodzaju zastosowanego procesu technologicznego emitowane pyły charakteryzują się różnymi właściwościami (6–9). Właściwości pyłów emitowanych do środowiska pracy są ściśle związane z własnościami substancji, z których powstały. Wieloletnie narażenie na wysokie stężenia pyłów może powodować liczne dolegliwości i prowadzić do zwiększonej zapadalności na niektóre choroby układu oddechowego, w tym pylice i inne choroby płuc (10–16).

Jak wynika z wcześniejszych analiz prowadzonych przez zespół autorów niniejszej publikacji przemysł chemiczny jest jedną z trzech branż działalności gospodarczej (zaraz po przemyśle wydobywczym i produkcji sprzętu transportowego), w którym poziom narażenia pracowników na pyły jest wysoki, przekraczający w znacznym odsetku stężenia uznane za bezpieczne dla zdrowia. Wstępna analiza narażenia na pyły w przeprowadzonych badaniach wykazała, że średnie stężenie pyłu wdychalnego i respirabilnego w tej branży wynosi odpowiednio $4,44 \text{ mg/m}^3$ i $0,96 \text{ mg/m}^3$, a 11,6% i 10,6%

wyników pomiarów tych frakcji przekraczało wartości dopuszczalne (17).

Celem niniejszej publikacji jest przedstawienie wyników szczegółowej analizy narażenia na pyły pracowników zatrudnionych przy produkcji i przetwarzaniu substancji chemicznych i chemikaliów z uwzględnieniem produkowanego surowca oraz pod kątem wyodrębnionych grup stanowisk. Uwzględniono także rodzaj emitowanych pyłów.

MATERIAŁ I METODY

Na podstawie danych zawierających informacje o narażeniu zawodowym na pyły w różnych gałęziach przemysłu w latach 2001–2005, uzyskanych z wojewódzkich i powiatowych stacji sanitarno-epidemiologicznych, dokonano analizy poziomu stężeń frakcji wdychalnej i respirabilnej pyłów obecnych na stanowiskach pracy. Oceną objęto pomiary stężeń pyłu wykonane przez laboratoria badań środowiska pracy w ramach ich rutynowej działalności.

W publikacji przedstawiono wyniki analizy stężeń obu frakcji pyłów na stanowiskach bezpośrednio związanych z produkcją i transportem oraz pozostałych, oddzielnie w każdej z wyodrębnionych (zgodnych z Polską Klasyfikacją Działalności – PKD) 7 grup branży chemicznej. Analizą objęto łącznie blisko 2800 wyników pomiarów we wszystkich grupach przemysłu chemicznego. W tabeli 1. przedstawiono liczbę pomiarów stężeń pyłów w poszczególnych grupach zakładów.

Uzyskany opis stanowisk pozwolił na wyodrębnienie dwóch grup: stanowiska bezpośrednio związane z produkcją i transportem oraz pozostałe stanowiska. Grupy te oraz przynależące do nich stanowiska pracy objęte pomiarami przedstawiono w tabeli 2. Z kolei klasyfikację pyłu z uwzględnieniem zawartości wolnej krystalicznej krzemionki (WKK) zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (18) przedstawia tabela 3.

W analizie statystycznej danych dotyczących stężeń pyłu na stanowiskach pracy wyznaczono wartości średniej geometrycznej, standardowego odchylenia geometrycznego i mediany. Oszacowano również odsetek wyników pomiarów stężeń pyłów przekraczających obowiązujące normatywy higieniczne dla określonego rodzaju pyłu (18).

Tabela 1. Pomiary stężeń pyłu wykonanych w przemyśle chemicznym w latach 2001–2005 z podziałem na grupy, według klasyfikacji PKD
Table 1. Dust concentration measurements in the chemical industry in 2001–2005 by NACE

Numer PKD NACE rev (1.1)	Grupa Group	Pomiary Surveys [n]
	Produkcja wyrobów chemicznych / Manufacture of chemical products /	
24.10	Produkcja podstawowych chemikaliów / Manufacture of basic chemicals	1 044
24.20	Produkcja pestycydów i pozostałych środków agrochemicznych / Manufacture of pesticides and other agrochemical products	80
24.30	Produkcja farb i lakierów / Manufacture of paints and varnishes	256
24.40	Produkcja wyrobów farmaceutycznych / Manufacture of pharmaceutical products	417
24.50	Produkcja środków myjących i czyszczących, artykułów kosmetycznych i toaletowych / Manufacture of clearing and polishing preparations, cosmetics and toilet preparations	373
24.60	Produkcja wyrobów chemicznych pozostałych / Manufacture of other chemical products	578
24.70	Produkcja włókien chemicznych / Manufacture of man-made fibers	30
Ogółem / Total		2 778

PKD – Polska Klasyfikacja Działalności / NACE – Statistical Classification of Economic Activities in the European Community.

Tabela 2. Podział stanowisk na grupy w przemyśle chemicznym
Table 2. Groups of workposts in the chemicals industry

Numer grupy stanowisk Workpost group number	Nazwa grupy stanowisk Workpost group	Stanowiska w grupie w branży chemicznej Workposts within the whole group
1	Bezpośrednio związane z produkcją i transportem / / Directly linked with manufacture and transport	obsługa: sit rotacyjnych, mieszalnika, wagi, młynka, suszarki rozpryskowej, ładowarki, taśmociągu, spycharki, maszyny sortującej, krystalizatora, zgrzewarki do opakowań, rozdrabniarki / operation: rotary screens, mixer, weigher, mill, spray drier, loading machine belt conveyor flight, bulldozer, sorting machine, crystallization, heat sealer, crushers
2	Pozostałe / Other	pracownik biurowy, nadzorujący, ślusarz, spawacz, tokarz, elektryk, mechanik, monter, technik, palacz, magazynier / office worker, tender, locksmith, welder, turner, electrician, mechanic, fitter, technician, fireman, store-keeper

Tabela 3. Rodzaj pyłów występujących w przemyśle chemicznym – klasyfikacja według Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej¹ (18)

Table 3. Kind of dusts present in the chemical industry according to Ordinance of the Minister of Labour and Social Policy* (18)

Rodzaj pyłu Kind of dust	Kod pyłu Code of dust
Pyły zawierające od 2–50% WKK / Crystalline silica dust (2–50% silica)	2
Inne nietrujące pyły przemysłowe – w tym zawierające poniżej 2% WKK / Crystalline silica dust (less than 2% silica)	5
Pyły organiczne pochodzenia zwierzęcego i roślinnego / Organic dust:	6
a) > 10% WKK	6a
b) < 10% WKK	6b
Pyły talku i talku zawierającego włókna mineralne (w tym azbest) / Talc dust and talc containing mineral fibers (with asbestos):	7
a) talk niezawierający włókien mineralnych (w tym azbestu) / talc dust without mineral fibres (without asbestos)	7a
b) talk zawierający włókna mineralne (w tym azbestu) / talc dust containing mineral fibers (with asbestos)	7b
Pyły cementów / Cement dust	9

Tabela 3. Rodzaj pyłów występujących w przemyśle chemicznym – klasyfikacja według Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej* (18) – cd.**Table 3.** Kind of dusts present in the chemical industry according to Ordinance of the Minister of Labour and Social Policy* (18) – cont.

Rodzaj pyłu Kind of dust	Kod pyłu Code of dust
Pyły apatytów i fosforytów zawierające / Apatites and phosphorites dust containing:	10
a) < 2% WKK	10a
b) > 2% WKK	10b
Pyły sadzy technicznej / Carbon black dust	11
Pyły węgla / Coal dust:	12
a) 2–10% WKK	12c
b) < 2% WKK	12d
Pyły krzemionek bezpostaciowych / Amorphous silica dusts:	14
a) krzemionka bezpostaciowa syntetyczna / amorphous silica	14c
Pyły dolomitu < 2% / Dolomite dust less than < 2%	17
Pyły dwutlenku tytanu < 2% / Titanium dioxide dust less than < 2%	19

* Uwzględniono tylko te kategorie pyłu, które występowały w przemyśle chemicznym / Taken account of only those categories of dust, which occurred in the chemical industry.
WKK – wolna krystaliczna krzemionka / crystalline silica dust.

WYNIKI

W całej branży obejmującej przetwarzanie i wytwarzanie substancji organicznych i nieorganicznych podczas procesów chemicznych średnie stężenie geometryczne (geometric mean – GM) dla pyłu wdychalnego wynosiło 2,18 mg/m³, a przy standardowym odchyleniu geometrycznym (geometric standard deviation – GSD) – 3,27 mg/m³. Z kolei dla pyłu respirabilnego GM wynosiło 0,51 mg/m³, a GSD – 3,07 mg/m³. Odnosząc się natomiast do rodzaju pyłu występującego w całym przemyśle chemicznym, najwyższy odsetek

przekroczeń normatywów higienicznych odnotowano dla pyłu apatytów i fosforytów o różnej zawartości wolnej krystalicznej krzemionki, łącznie dla frakcji wdychalnej – 81,55% i frakcji respirabilnej – 71,72%. Analizując zmiany przeciętnych stężeń pyłu na przestrzeni badanego 5-lecia nie zaobserwowano wzrostu lub spadku uzyskanych stężeń pyłu. Szczegółowe dane dotyczące stężeń obu frakcji pyłu i ocenę narażenia pracowników z uwzględnieniem rodzaju pyłu przedstawia tabela 4., a przeciętne stężenia w analizowanym 5-leciu – ryciny 1. i 2.

Tabela 4. Stężenie i rodzaj pyłu wdychalnego i respirabilnego w przemyśle chemicznym według grup stanowisk i rodzaju pyłu w Polsce w latach 2001–2005**Table 4.** Concentration of inhalable and respirable dust in the chemical industry by workpost groups and kind of dust in Poland, 2001–2005

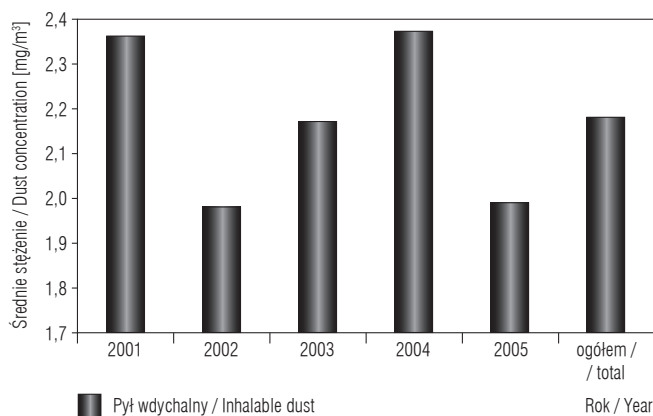
Podział Section	Pył wdychalny Inhalable dust					Pył respirabilny Respirable dust				
	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]
Według stanowisk w branży / By workpost in the industry'										
1	2 300	2,31	3,19	2,40	11,96	774	0,50	3,04	0,54	0,12
2	478	1,63	3,51	1,50	11,09	221	0,56	3,17	0,50	16,74
Według rodzaju pyłu / By kind of dust''										
2	747	1,80	2,56	2,00	11,51	622	0,43	2,43	0,50	7,88
5	1 401	2,17	3,37	2,30	6,42	–	–	–	–	–

Tabela 4. Stężenie i rodzaj pyłu wdychalnego i respirabilnego w przemyśle chemicznym według grup stanowisk i rodzaju pyłu w Polsce w latach 2001–2005 – cd.

Table 4. Concentration of inhalable and respirable dust in the chemical industry by workpost groups and kind of dust in Poland, 2001–2005 – cont.

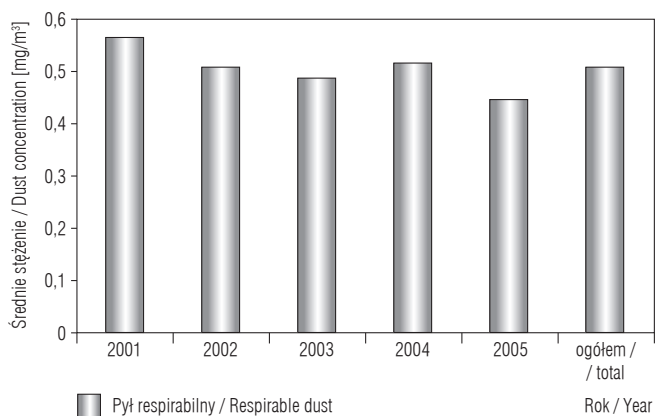
Podział Section	Pył wdychalny Inhalable dust					Pył respirabilny Respirable dust				
	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]
6	234	1,69	2,55	1,50	12,82	172	0,45	2,60	0,51	4,65
7	19	1,63	4,95	1,77	26,32	15	0,22	7,67	0,60	20,00
7a	18	1,63	5,19	1,86	22,22	15	0,22	7,67	0,60	20,00
9	24	3,82	2,44	3,65	29,17	7	0,55	3,44	0,66	0,00
10	103	17,83	2,98	26,10	81,55	99	2,85	3,21	3,36	71,72
10a	55	16,98	3,02	24,40	76,36	53	2,31	3,23	3,20	60,38
10b	48	18,86	2,97	27,33	87,50	46	3,63	3,08	4,23	84,78
11	13	3,62	1,74	3,10	30,77	-	-	-	-	-
12	143	1,50	2,75	1,65	6,99	68	0,33	2,60	0,40	0,00
12c	105	1,38	2,53	1,52	8,57	68	0,33	2,60	0,40	0,00
12d	38	1,89	3,33	1,90	2,63	-	-	-	-	-
14	9	2,04	1,99	2,07	0,00	9	0,44	1,68	0,44	0,00
14c	7	2,48	1,75	2,40	0,00	7	0,54	1,39	0,58	0,00
17	25	5,42	2,72	7,29	32,00	-	-	-	-	-
19	49	3,04	2,09	3,00	4,08	-	-	-	-	-
Inne / Other	14	-	-	-	-	8	-	-	-	-
Ogółem / / Total	2 778	2,18	3,27	2,20	11,81	995	0,51	3,07	0,54	13,17

* Szczegółowy opis grup w tabeli 2 / A detailed description of the groups and jobs in Table 2; ** Szczegółowy opis rodzaju pyłu w tabeli 3 / A detailed description of the kind of dust in Table 3; N – liczba pomiarów / number of surveys; GM – średnia geometryczna / geometric mean; GSD – standardowe odchylenie geometryczne / geometric standard deviation; Me – mediana / median; Inne – wykonano mniej niż 5 pomiarów / Other – taken less than 5 surveys; - Brak pomiarów / No surveys.



Ryc. 1. Stężenie pyłu wdychalnego w przemyśle chemicznym w Polsce w latach 2001–2005

Fig. 1. Concentration of inhalable dust in the chemical industry in Poland, 2001–2005



Ryc. 2. Stężenie pyłu respirabilnego w przemyśle chemicznym w Polsce w latach 2001–2005

Fig. 2. Concentration of respirable dust in the chemical industry in Poland, 2001–2005

Produkcja podstawowych chemikaliów

W grupie zakładów zajmujących się produkcją podstawowych chemikaliów odnotowano najwyższe przeciętne stężenie pyłu spośród wszystkich analizowanych

grup. Średnia geometryczna stężenie dla frakcji wdychalnej i respirabilnej wynosiła odpowiednio – 2,83 mg/m³ i 0,75 mg/m³, a standardowe odchylenie geometryczne (GSD) dla tych frakcji odpowiednio – 3,57 mg/m³

i 3,94 mg/m³. Rozpatrując poziom narażenia w dwóch wyodrębnionych grupach stanowisk, stwierdzono, że największe średnie geometryczne stężenie zarówno dla pyłu wdychalnego, jak i pyłu respirabilnego obserwowano w grupie stanowisk bezpośrednio związanych z produkcją i transportem (GM = 3,11 mg/m³, GSD = 3,36 mg/m³ oraz GM = 0,67 mg/m³, GSD = 4,41 mg/m³).

Przekroczenia normatywu higienicznego dla wymienionej grupy w przypadku obu frakcji pyłu wynosiły blisko 16% dla pyłu wdychalnego i 25% dla pyłu respirabilnego. W omawianej grupie pomiarami objęto 8 rodzajów pyłów:

- zawierające 2–50% WKK,
- nietrujące pyły przemysłowe,
- pyły organiczne pochodzenia zwierzęcego i roślinnego poniżej 10%,
- pyły talku niezawierające włókien mineralnych, w tym azbestu,

- pyły apatytów i fosforytów zawierające:
 - poniżej 2% WKK,
 - powyżej 2% WKK;
- pyły węgla zawierające:
 - 2–10% WKK,
 - poniżej 2% WKK,
- pyły dolomitu poniżej 2%,
- pyły ditlenku tytanu.

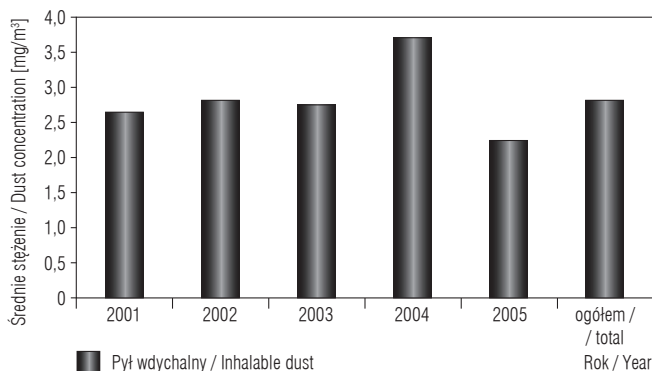
Najwyższe przekroczenia normatywu higienicznego odnotowano dla pyłów apatytów i fosforytów (zawierających różne stężenia WKK) – 81,55% wyników pomiarów frakcji wdychalnej i 71,72% frakcji respirabilnej. Oceniając zmiany stężeń obu frakcji pyłu wdychalnego i respirabilnego w badanym 5-leciu, można stwierdzić niewielką tendencję spadkową, ale tylko w przypadku frakcji respirabilnej. Szczegółowe dane dotyczące stężeń obu frakcji pyłu oraz ocenę narażenia pracowników z uwzględnieniem rodzaju pyłu przedstawia tabela 5. Przeciętne stężenia w analizowanym 5-leciu ilustrują ryciny 3. i 4.

Tabela 5. Stężenie i rodzaj pyłu wdychalnego i respirabilnego przy produkcji podstawowych chemikaliów według grup stanowisk i rodzaju pyłu w Polsce w latach 2001–2005

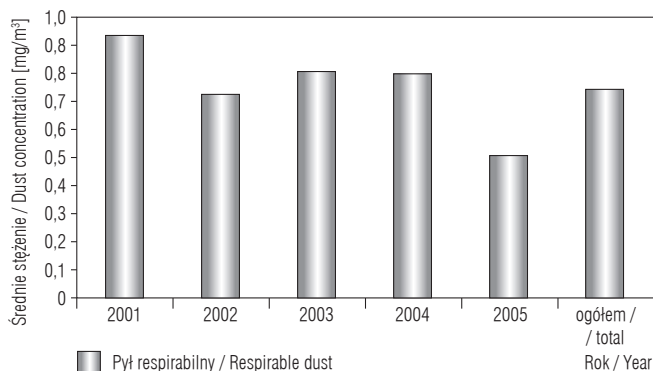
Table 5. Concentration of inhalable and respirable dusts during basic manufacture of chemicals by workpost groups and kind of dust in Poland, 2001–2005

Podział Section	Pył wdychalny Inhalable dust					Pył respirabilny Respirable dust				
	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]
Według stanowisk w branży / By workpost in the industry*										
1	784	3,11	3,36	3,03	15,69	245	0,67	4,41	0,64	24,90
2	260	2,13	4,08	1,90	19,23	110	0,66	3,40	0,85	32,73
Według rodzaju pyłu / By kind of dust**										
2	216	1,57	2,56	1,80	6,48	127	0,96	4,58	0,83	37,01
5	514	2,90	3,31	2,99	10,51	–	–	–	–	–
6b	25	2,40	2,39	2,73	20,00	23	1,09	2,54	1,45	30,43
7a	6	3,86	3,38	3,89	50,00	6	0,72	2,56	0,68	33,33
10	103	17,83	2,98	26,10	81,55	99	2,85	3,21	3,36	71,72
10a	55	16,98	3,02	24,40	76,36	53	2,31	3,23	3,20	60,38
10b	48	18,86	2,97	27,33	87,50	46	3,63	3,08	4,23	84,78
12	126	1,55	2,63	1,70	7,94	60	0,33	2,60	0,40	0,00
12c	96	1,46	2,51	1,63	9,38	60	0,33	2,60	0,40	0,00
12d	30	1,85	3,02	1,76	3,33	–	–	–	–	–
17	3	1,51	2,76	2,56	0,00	–	–	–	–	–
19	49	3,04	2,09	3,00	4,08	–	–	–	–	–
Inne	5	–	–	–	–	2	–	–	–	–
Ogółem / / Total	1044	2,83	3,57	2,64	16,57	355	0,75	3,94	0,70	27,32

* Szczegółowy opis grup w tabeli 2 / A detailed description of the groups and jobs in Table 2; ** Szczegółowy opis rodzaju pyłu w tabeli 3 / A detailed description of the kind of dust in Table 3; Objaśnienia jak w tabeli 4 / Abbreviations as in Table 4.



Ryc. 3. Stężenie pyłu wdychalnego w Polsce w latach 2001–2005 – produkcja podstawowych chemikaliów
Fig. 3. Concentration of inhalable dust in Poland, 2001–2005: manufacture of basic chemicals



Ryc. 4. Stężenie pyłu respirabilnego w Polsce w latach 2001–2005 – produkcja podstawowych chemikaliów
Fig. 4. Concentration of respirable dust in Poland, 2001–2005: manufacture of basic chemicals

Produkcja pestycydów i pozostałych środków agrochemicznych

Podczas produkcji pestycydów i pozostałych środków agrochemicznych stwierdzono średnie stężenie pyłu (GM) wynoszące 1,23 mg/m³, przy GSD = 2,24 mg/m³ dla frakcji wdychalnej oraz GM = 0,39 mg/m³, przy GSD = 2,36 mg/m³ dla frakcji respirabilnej. W przypadku pomiarów obu frakcji odnotowano tylko 1,25% i 2,78% przekroczeń normatywu higienicznego.

Z wyników pomiarów frakcji wdychalnej w grupie stanowisk bezpośrednio związanych z produkcją i transportem uzyskano średnią geometryczną wynoszącą 1,22 mg/m³ przy GSD = 2,14 mg/m³. Stężenie pyłu respirabilnego w tej grupie stanowisk wynosiło 0,42 mg/m³ przy odchyleniu GSD = 2,37 mg/m³. Przekroczenia normatywu higienicznego zarówno w pyłe wdychalnym, jak i respirabilnym występowały na pojedynczych stanowiskach.

W omawianej grupie pomiarami objęte były 3 rodzaje pyłów (zawierające 2–50% WKK, nietrujące pyły przemysłowe, pyły organiczne pochodzenia zwierzęcego i roślinnego zawierające poniżej 10% WKK). Przekroczenia normatywu higienicznego frakcji wdychalnej odnotowano głównie dla pyłu organicznego – 16,7% pomiarów frakcji wdychalnej (1. stanowisko), w odniesieniu do frakcji respirabilnej dla 3,2% (także 1. stanowisko) pomiarów pyłu zawierającego 2–50% WKK. Analizując przeciętne stężenia pyłu wdychalnego i respirabilnego występujące w latach 2001–2005, można zauważyć niewielką tendencję wzrostową dotyczącą frakcji wdychalnej. Szczegółowe dane dotyczące stężenia obu frakcji pyłu i ocenę narażenia pracowników z uwzględnieniem rodzaju pyłu przedstawiono w tabeli 6. Przeciętne stężenia w analizowanym 5-leciu przedstawiają ryciny 5. i 6.

Tabela 6. Stężenie pyłu wdychalnego i respirabilnego przy produkcji pestycydów i pozostałych środków agrochemicznych według grup stanowisk w Polsce w latach 2001–2005

Table 6. Concentration and kind of inhalable and respirable dusts during the production of pesticides and other agrochemical products by workpost groups and kind of dust in Poland, 2001–2005

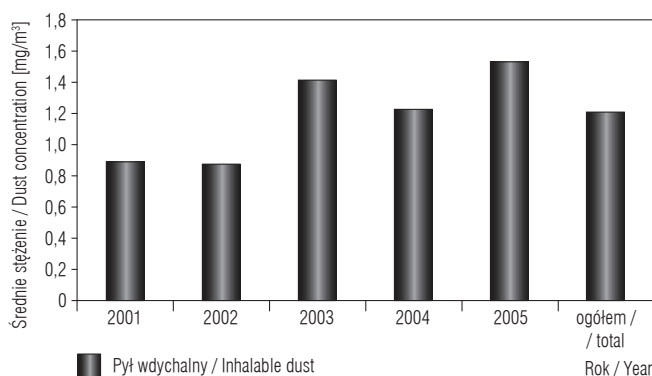
Podział Section	Pył wdychalny Inhalable dust					Pył respirabilny Respirable dust				
	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]
Według stanowisk w branży / By workpost in the industry										
1	67	1,22	2,14	1,20	0,00	27	0,42	2,37	0,50	3,70
2	13	1,26	2,84	1,02	7,69	9	0,32	2,32	0,35	0,00

Tabela 6. Stężenie pyłu wdychalnego i respirabilnego przy produkcji pestycydów i pozostałych środków agrochemicznych według grup stanowisk w Polsce w latach 2001–2005 – cd.

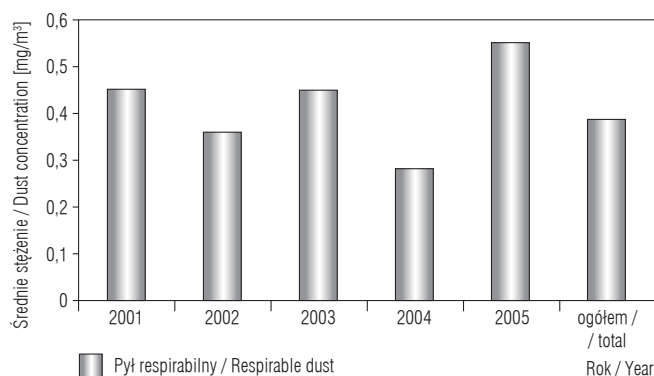
Table 6. Concentration and kind of inhalable and respirable dusts during the production of pesticides and other agrochemical products by workpost groups and kind of dust in Poland, 2001–2005 – cont.

Podział Section	Pył wdychalny Inhalable dust					Pył respirabilny Respirable dust				
	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]
Według rodzaju pyłu / By kind of dust**										
2	31	1,52	2,17	1,60	0,00	31	0,38	2,46	0,40	3,23
5	43	1,06	2,21	1,10	0,00	–	–	–	–	–
6b	6	1,14	2,61	0,85	16,67	5	0,46	1,71	0,44	0,00
Ogółem / / Total	80	1,23	2,24	1,20	1,25	36	0,39	2,36	0,42	2,78

* Szczegółowy opis grup w tabeli 2 / A detailed description of the groups and jobs in Table 2; ** Szczegółowy opis rodzaju pyłu w tabeli 3 / A detailed description of the kind of dust in Table 3; Objasnienia jak w tabeli 4 / Abbreviations as in Table 4.



Ryc. 5. Stężenie pyłu wdychalnego w Polsce w latach 2001–2005 – produkcja pestycydów i pozostałych środków agrochemicznych
Fig. 5. Concentration of inhalable dust in Poland, 2001–2005: pesticides and other agrochemical products



Ryc. 6. Stężenie pyłu respirabilnego w Polsce w latach 2001–2005 – produkcja pestycydów i pozostałych środków agrochemicznych
Fig. 6. Concentration of respirable dust in Poland, 2001–2005: pesticides and other agrochemical products

Produkcja farb i lakierów

Przeciętne stężenie frakcji wdychalnej pyłu przy produkcji farb i lakierów wynosiło 2,17 mg/m³ przy standardowym odchyleniu geometrycznym (GSD) równym 2,16 mg/m³, a frakcji respirabilnej – GM = 0,54 mg/m³ przy GSD = 2,11 mg/m³. Przekroczenie normatywu higienicznego w dwóch wymienionych frakcjach dotyczyło odpowiednio: 7,42% i 10,89% analizowanych wyników pomiarów. Wyższe stężenia obu frakcji pyłów odnotowano na stanowiskach bezpośrednio związanych z produkcją i transportem (pył wdychalny: GM = 2,23 mg/m³, GSD = 2,13 mg/m³; pył respirabilny: GM = 0,57 mg/m³, GSD = 2,01 mg/m³). Odsetki przekroczeń normatywów higienicznych na tych stanowiskach wynosiły odpowiednio: 7,53% i 11,36% wyników pomia-

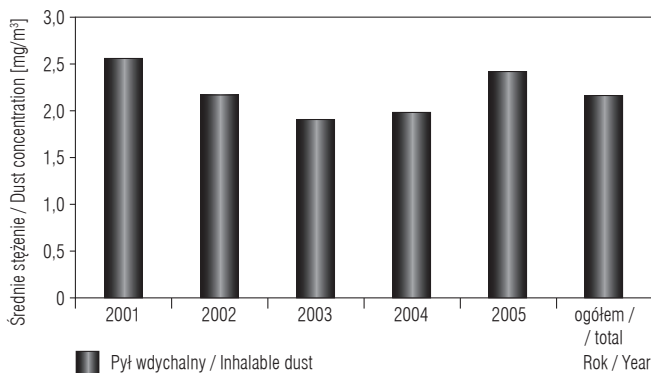
rów. W omawianej grupie pomiarami objęte były 3 rodzaje pyłów (zawierające 2–50% WKK, nietrujące pyły przemysłowe, pyły krzemionki bezpostaciowej syntetycznej). Najwyższe przekroczenia NDS odnotowano dla pyłu zawierającego 2–50% wolnej krystalicznej krzemionki: dla frakcji wdychalnej – 13,83%, dla frakcji respirabilnej – 12,22% pomiarów. Oceniając poziomy przeciętnych stężeń obu frakcji pyłu w latach 2001–2005, można zaobserwować niewielki wzrost stężeń pyłu wdychalnego. W przypadku stężeń pyłu respirabilnego wystąpił nieznaczny spadek. Szczegółowe dane dotyczące stężeń obu frakcji pyłu i ocenę narażenia pracowników z uwzględnieniem rodzaju pyłu przedstawiono w tabeli 7. Przeciętne stężenia w analizowanym 5-leciu obrazują ryciny 7. i 8.

Tabela 7. Stężenie pyłu wdychalnego i respirabilnego przy produkcji farb i lakierów według grup stanowisk i rodzaju pyłu w Polsce w latach 2001–2005

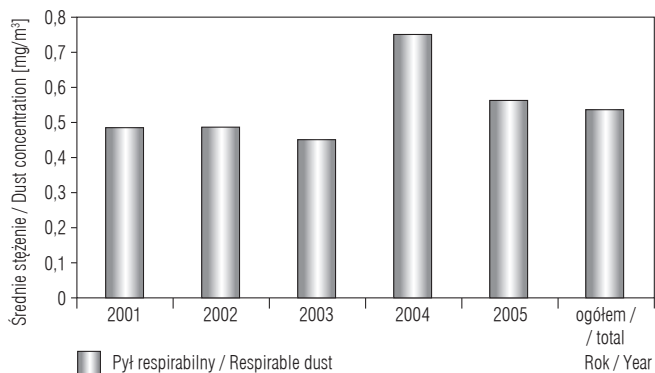
Table 7. Concentration and kind of inhalable and respirable dust during paints and varnishes chemicals production by workpost groups and kind of dust in Poland, 2001–2005

Podział Section	Pył wdychalny Inhalable dust					Pył respirabilny Respirable dust				
	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]
Według stanowisk w branży / By workpost in the industry*										
1	239	2,23	2,13	2,08	7,53	88	0,57	2,01	0,60	11,36
2	17	1,42	2,25	1,60	5,88	13	0,36	2,57	0,48	7,69
Według rodzaju pyłu / By kind of dust**										
2	94	2,04	2,05	1,86	13,83	90	0,57	2,06	0,57	12,22
5	144	2,32	2,19	2,25	3,47	–	–	–	–	–
14	7	2,48	1,75	2,40	0,00	7	0,54	1,39	0,58	0,0
14c	6	2,26	1,74	2,24	0,00	6	0,50	1,31	0,51	0,00
Inne / Other	12	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ogółem / / Total	256	2,17	2,16	2,06	7,42	101	0,54	2,11	0,55	10,89

* Szczegółowy opis grup w tabeli 2 / A detailed description of the groups and jobs in Table 2; ** Szczegółowy opis rodzaju pyłu w tabeli 3 / A detailed description of the kind of dust in Table 3; Objaśnienia jak w tabeli 4 / Abbreviations as in Table 4.



Ryc. 7. Stężenie pyłu wdychalnego w Polsce w latach 2001–2005 – produkcja farb i lakierów
Fig. 7. Concentration of inhalable dust in Poland, 2001–2005: paints and varnishes production



Ryc. 8. Stężenie pyłu respirabilnego w Polsce w latach 2001–2005 – produkcja farb i lakierów
Fig. 8. Concentration of respirable dust in Poland, 2001–2005: paints and varnishes production

Produkcja wyrobów farmaceutycznych

Średnie geometryczne stężenie (GM) pyłu wdychalnego przy produkcji wyrobów farmaceutycznych wynosiło 1,49 mg/m³ przy odchyleniu geometrycznym (GSD) równym 3,17 mg/m³, natomiast pyłu respirabilnego – GM = 0,44 mg/m³ przy i GSD = 2,14 mg/m³. Wyższe stężenia obu frakcji pyłu stwierdzono na stanowiskach bezpośrednio związanych z produkcją i transportem (odpowiednio: GM = 1,52 mg/m³, GSD = 3,77 mg/m³ i GM = 0,47 mg/m³, GSD = 2,14 mg/m³). Odsetki przekroczeń w tej grupie stanowisk dla frakcji wdychalnej i respirabilnej wynosiły odpowiednio: 6,46% i 2,10% wyników pomiarów.

W omawianej grupie pomiarami objęte były 3 rodzaje pyłów (zawierające 2–50% WKK, nietrujące pyły przemysłowe, pyły organiczne pochodzenia zwierzęcego i roślinnego powyżej 10%). Najwyższe przekroczenia normatywu higienicznego dla frakcji wdychalnej (8,8%) odnotowano w przypadku pyłu organicznego pochodzenia zwierzęcego i roślinnego. Z kolei w przypadku frakcji respirabilnej przekroczenie dopuszczalnych stężeń zaobserwowano dla 4,26% wyników pomiarów pyłu zawierającego 2–50% WKK.

Rozpatrując stężenia obu frakcji pyłu wdychalnego i respirabilnego w latach 2001–2005, nie stwierdzono

trendu wskazującego na spadek bądź wzrost stężeń analizowanych frakcji. Szczegółowe dane dotyczące stężenia obu frakcji pyłu i ocenę narażenia pracowników

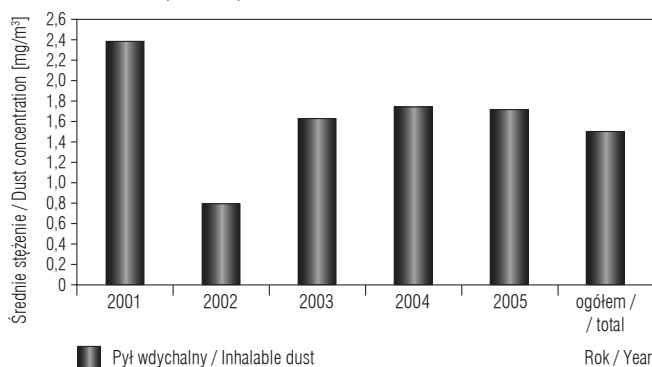
z uwzględnieniem rodzaju pyłu przedstawia tabela 8. Przeciętne stężenia pyłu w analizowanym 5-leciu ilustrują ryciny 9. i 10.

Tabela 8. Stężenie pyłu wdychalnego i respirabilnego przy produkcji wyrobów farmaceutycznych według grup stanowisk i rodzaju pyłu w Polsce w latach 2001–2005

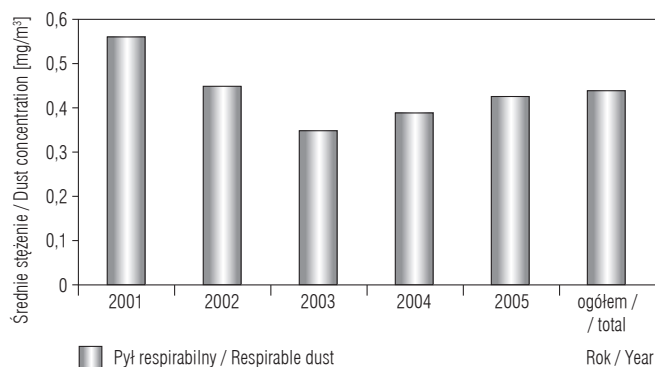
Table 8. Concentration of inhalable and respirable dusts during pharmaceutical production by workpost groups and kind of dust in Poland, 2001–2005

Podział Section	Pył wdychalny Inhalable dust					Pył respirabilny Respirable dust				
	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]
Według stanowisk w branży / By workpost in the industry*										
1	387	1,52	3,77	1,83	6,46	143	0,47	2,14	0,55	2,10
2	30	1,17	2,41	1,33	0,00	25	0,33	1,99	0,36	0,00
Według rodzaju pyłu / By kind of dust**										
2	49	1,77	2,20	2,05	6,12	47	0,41	2,05	0,40	4,26
5	195	1,32	5,47	2,10	3,08	–	–	–	–	–
6b	170	1,62	2,19	1,50	8,82	119	0,46	2,17	0,55	0,84
Inne / Other	3	–	–	–	–	2	–	–	–	–
Ogółem / / Total	417	1,49	3,17	1,69	6,00	168	0,44	2,14	0,52	1,79

* Szczegółowy opis grup w tabeli 2 / A detailed description of the groups and jobs in Table 2; ** Szczegółowy opis rodzaju pyłu w tabeli 3 / A detailed description of the kind of dust in Table 3; Objasnienia jak w tabeli 4 / Abbreviations as in Table 4.



Ryc. 9. Stężenie pyłu wdychalnego w Polsce w latach 2001–2005 – produkcja wyrobów farmaceutycznych
Fig. 9. Concentration of inhalable dust in Poland, 2001–2005: pharmaceutical production



Ryc. 10. Stężenie pyłu respirabilnego w Polsce w latach 2001–2005 – produkcja wyrobów farmaceutycznych
Fig. 10. Concentration of respirable dust in Poland, 2001–2005: pharmaceutical production

Produkcja środków myjących i czyszczących, artykułów kosmetycznych i toaletowych

Średnie stężenia pyłu w zakładach produkujących środki myjące, czyszczące artykuły kosmetyczne i toaletowe wynosiły dla pyłu wdychalnego GM = 1,49 mg/m³, przy GSD = 3,17 mg/m³, a dla pyłu respirabilnego – GM = 0,26 mg/m³, przy GSD = 3,25 mg/m³. Średnie stężenia były niemal na tym samym poziomie,

co stwierdzono podczas produkcji farmaceutyków. Podobnie jak w poprzednich grupach poddanych analizie, wyższe stężenie frakcji pyłu wdychalnego wynoszące 1,64 mg/m³ (GM) przy GSD = 3,15 mg/m³ oraz frakcji pyłu respirabilnego wynoszące 0,26 mg/m³ (GM) przy GSD = 3,65 mg/m³ dotyczyło również pracowników bezpośrednio związanych z produkcją i transportem.

Przekroczenie NDS w odniesieniu do ponad 8% pomiarów stwierdzono w przypadku pyłu wdychalnego, natomiast dla pyłu respirabilnego odsetek przekroczeń był znikomy (1%). W omawianej grupie pomiarami objętych było 5 rodzajów pyłu (zawierające 2–50% WKK, inne nietrujące pyły przemysłowe – w tym zawierające wolną krystaliczną krzemionkę poniżej 2%, pyły organiczne pochodzenia zwierzęcego i roślinnego, pyły talku niezawierającego włókien mineralnych, pyły węgla oraz pyły węgla zawierającego 2–50% WKK). Przekroczenia normatywu higienicznego frakcji wdychalnej

stwierdzono dla 26,9% pomiarów pyłu organicznego pochodzenia zwierzęcego i roślinnego, a w przypadku frakcji respirabilnej – dla 12,5% pomiarów pyłów talku.

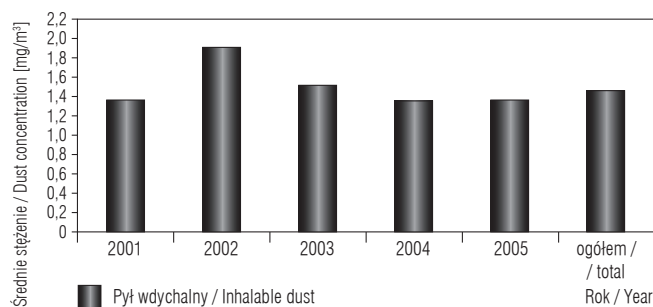
Analizując wyniki z lat 2001–2005 nie zauważono żadnej istotnej tendencji liniowej określającej spadek lub wzrost stężeń pyłów w omawianej grupie. Szczegółowe dane dotyczące stężenia obu frakcji pyłu i ocenę narażenia pracowników z uwzględnieniem rodzaju pyłu zamieszczono w tabeli 9. Przeciętne stężenia w analizowanym 5-leciu przedstawiają ryciny 11. i 12.

Tabela 9. Stężenie pyłu wdychalnego i respirabilnego przy produkcji środków myjących i czyszczących, artykułów kosmetycznych i toaletowych według grup stanowisk i rodzaju pyłu w Polsce w latach 2001–2005

Table 9. Concentration of inhalable and respirable dusts during production of clearing and polishing preparations, cosmetics and toilet preparations by workpost groups and kind of dust in Poland, 2001–2005

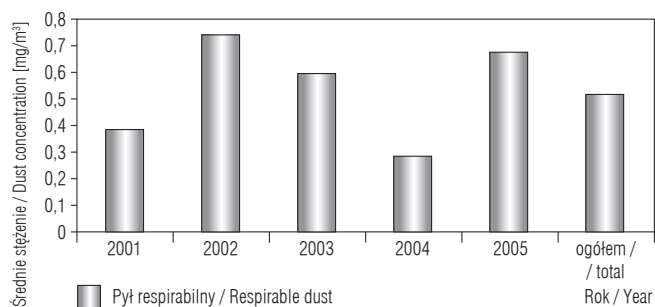
Podział Section	Pył wdychalny Inhalable dust					Pył respirabilny Respirable dust				
	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]
Według stanowisk w branży / By workpost in the industry'										
1	329	1,64	3,15	1,60	8,51	71	0,26	3,65	0,37	1,41
2	44	0,75	2,63	0,93	0,00	25	0,25	2,13	0,30	0,00
Według rodzaju pyłu / By kind of dust''										
2	80	1,22	3,14	1,27	10,00	55	0,28	2,44	0,34	0,00
5	245	1,64	2,84	1,50	4,90					
6	26	1,58	5,17	1,22	26,92	22	0,23	2,91	0,23	0,00
7a	8	1,04	8,31	1,47	12,50	8	0,09	10,97	0,23	12,50
12	8	0,59	3,23	0,49	0,00	6	0,34	2,60	0,30	0,00
12c	6	0,64	2,60	0,49	0,00	6	0,34	2,60	0,30	0,00
Inne / Other	8	-	-	-	-	5	-	-	-	-
Ogółem / / Total	373	1,49	3,17	1,43	7,51	96	0,26	3,25	0,33	1,04

' Szczegółowy opis grup w tabeli 2 / A detailed description of the groups and jobs in Table 2; '' Szczegółowy opis rodzaju pyłu w tabeli 3 / A detailed description of the kind of dust in Table 3; Objaśnienia jak w tabeli 4 / Abbreviations as in Table 4.



Ryc. 11. Stężenie pyłu wdychalnego w Polsce w latach 2001–2005 – produkcja środków myjących i czyszczących, artykułów kosmetycznych i toaletowych

Fig. 11. Concentration of inhalable dust in Poland, 2001–2005: production of clearing and polishing preparations, cosmetics and toilet preparations



Ryc. 12. Stężenie pyłu respirabilnego w Polsce w latach 2001–2005 – produkcja środków myjących i czyszczących, artykułów kosmetycznych i toaletowych

Fig. 12. Concentration of respirable dust in Poland, 2001–2005: production of clearing and polishing preparations, cosmetics and toilet preparations production

Produkcja pozostałych wyrobów chemicznych

Przeciętne stężenie pyłu wdychalnego i respirabilnego w grupie obejmującej produkcję pozostałych wyrobów chemicznych wynosiło 2,55 mg/m³ i 0,44 mg/m³ (GM), a standardowe odchylenie geometryczne (GSD) – 2,66 mg/m³ i 2,25 mg/m³. Przekroczenie NDS dla pyłu wdychalnego dotyczyło blisko 14% pomiarów, natomiast dla pyłu respirabilnego – blisko 8%.

Wyższe stężenia pyłu wdychalnego i respirabilnego odnotowano w grupie stanowisk scharakteryzowanych jako bezpośrednio związane z produkcją i transportem

(GM = 2,91 mg/m³, GSD = 2,55 mg/m³ i GM = 0,46 mg/m³, GSD = 2,28 mg/m³). W omawianej grupie pomiarami objęto 7 rodzajów pyłów (zawierające 2–50% WKK, inne nietrujące pyły przemysłowe, pyły organiczne pochodzenia zwierzęcego i roślinnego, pyły cementów, pyły sadzy technicznej, pyły węgla poniżej 2% WKK, pyły dolomitu poniżej 2% WKK).

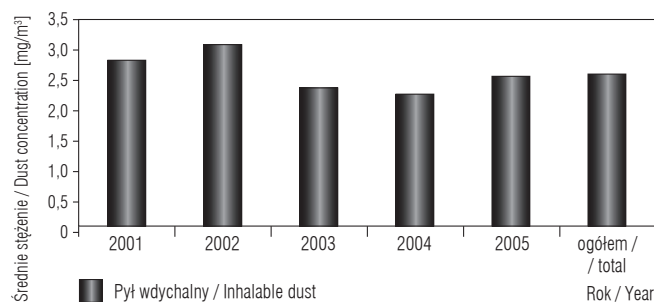
Najwyższe przekroczenie dopuszczalnych stężeń frakcji wdychalnej uzyskano dla 33,3% wyników pomiarów pyłu cementu, a w przypadku frakcji respirabilnej – dla blisko 8% wyników pomiarów pyłu zawierają-

Tabela 10. Stężenie pyłu wdychalnego i respirabilnego przy produkcji pozostałych wyrobów chemicznych według grup stanowisk oraz rodzaju pyłu w Polsce w latach 2001–2005

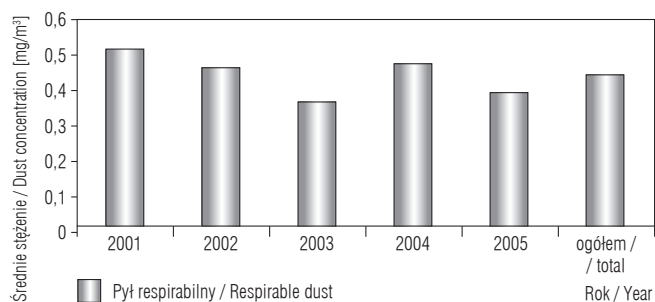
Table 10. Concentration of inhalable and respirable dusts during the production of other chemicals by workpost groups and kind of dust in Poland, 2001–2005

Podział Section	Pył wdychalny Inhalable dust					Pył respirabilny Respirable dust				
	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]
Według stanowisk w branży / By workpost in the industry*										
1	471	2,91	2,55	3,17	16,77	195	0,46	2,28	0,50	9,23
2	107	1,43	2,61	1,60	0,93	36	0,37	2,07	0,44	0,00
Według rodzaju pyłu / By kind of dust**										
2	269	2,27	2,51	2,64	17,84	226	0,45	2,18	0,50	7,96
5	241	2,57	2,78	2,90	5,39	–	–	–	–	–
6	7	2,31	2,31	2,90	28,57	–	–	–	–	–
9	18	3,87	2,68	3,15	33,33	–	–	–	–	–
11	12	3,36	1,66	3,00	25,00	–	–	–	–	–
12	7	2,83	3,29	3,64	0,00	–	–	–	–	–
12d	6	3,30	3,41	4,62	0,00	–	–	–	–	–
17	22	6,44	2,42	7,77	36,36	–	–	–	–	–
Inne / Other	3	–	–	–	–	5	–	–	–	–
Ogółem / / Total	578	2,55	2,66	2,87	13,84	231	0,44	2,25	0,50	7,79

* Szczegółowy opis grup w tabeli 2 / A detailed description of the groups and jobs in Table 2; ** Szczegółowy opis rodzaju pyłu w tabeli 3 / A detailed description of the kind of dust in Table 3; Objasnienia jak w tabeli 4 / Abbreviations as in Table 4.



Ryc. 13. Stężenie pyłu wdychalnego w Polsce w latach 2001–2005 – produkcja pozostałych wyrobów chemicznych
Fig. 13. Concentration of inhalable dust in Poland, 2001–2005: production of other chemicals



Ryc. 14. Stężenie pyłu respirabilnego w Polsce w latach 2001–2005 – produkcja pozostałych wyrobów chemicznych
Fig. 14. Concentration of respirable dust in Poland, 2001–2005: production of other chemicals

cego 2–50% WKK. Analogicznie do omawianych wcześniej grup nie stwierdzono spadku bądź wzrostu stężeń pyłów. Szczegółowe dane dotyczące stężenia obu frakcji pyłu, ocenę narażenia pracowników z uwzględnieniem jego rodzaju przedstawia tabela 10. Stężenia przeciętne w analizowanym 5-leciu obrazują ryciny 13. i 14.

Produkcja włókien chemicznych

W grupie zakładów produkujących włókna chemiczne odnotowano średnie stężenie pyłu wynoszące $1,31 \text{ mg/m}^3$ (GSD = $2,27 \text{ mg/m}^3$) dla frakcji wdychalnej oraz $0,13 \text{ mg/m}^3$ (GSD = $2,57 \text{ mg/m}^3$) dla frakcji respirabilnej. Na stanowiskach produkcyjnych średnie stężenie pyłu wdychalnego wynosiło $1,53 \text{ mg/m}^3$

(GSD = $2,30 \text{ mg/m}^3$), a pyłu respirabilnego – $0,08 \text{ mg/m}^3$ (GSD = $1,75 \text{ mg/m}^3$). Odsetek wyników przekraczających NDS był niski i dla stanowisk produkcyjnych wynosił 8,7% pomiarów frakcji wdychalnej (2 stanowiska).

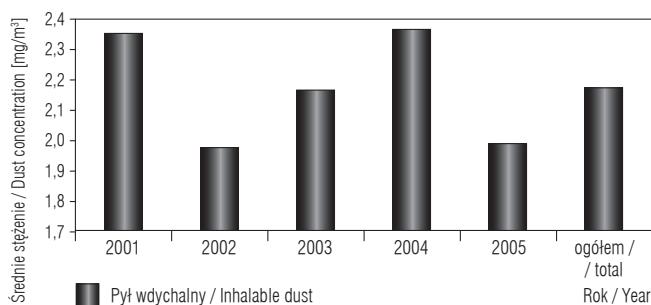
W omawianej grupie zakładów pomiarami objęte były 2 rodzaje pyłów (pyły zawierające 2–50% WKK, inne nietrujące pyły przemysłowe). Analizując stężenia obu frakcji w badanym 5-leciu nie zaobserwowano istotnych różnic. Szczegółowe dane ilustrujące średnie stężenia obu frakcji pyłu oraz ocenę narażenia pracowników zatrudnionych w przemyśle włókien chemicznych zamieszczono w tabeli 11. Przeciętne stężenie w latach 2001–2005 pyłu przedstawiają ryciny 15. i 16.

Tabela 11. Stężenie pyłu wdychalnego i respirabilnego przy produkcji włókien chemicznych według grup stanowisk i rodzaju pyłu w Polsce w latach 2001–2005

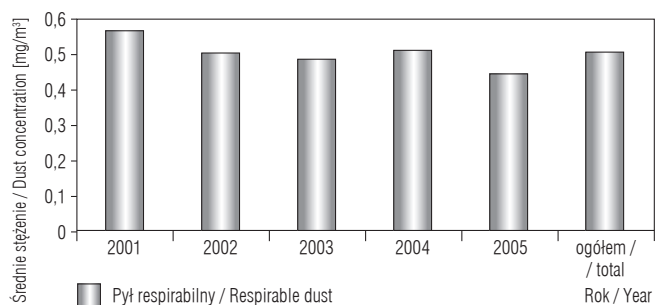
Table 11. Concentration of inhalable and respirable dusts during the production of man-made fibers by workpost groups and kind of dust in Poland, 2001–2005

Podział Section	Pył wdychalny Inhalable dust					Pył respirabilny Respirable dust				
	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]	N	GM	GSD	Me	wyniki pomiarów powyżej NDS surveys above hygiene standard [%]
Według stanowisk w branży / By workpost in the industry*										
1	23	1,53	2,30	1,84	8,70	5	0,08	1,75	0,10	0,00
2	7	0,78	1,74	0,90	0,00	3	0,30	2,60	0,45	0,00
Według rodzaju pyłu / By kind of dust**										
2	8	0,62	2,18	0,81	0,00	8	0,13	2,60	0,11	0,00
5	19	1,84	1,59	1,81	0,00	–	–	–	–	–
Inne / Other	3	–	–	–	nie uwzględniono w statystyce / not included in statistics	–	–	–	–	–
Ogółem / / Total	30	1,31	2,27	1,65	6,67	8	0,13	2,57	0,11	0,00

* Szczegółowy opis grup w tabeli 2 / A detailed description of the groups and jobs in Table 2; ** Szczegółowy opis rodzaju pyłu w tabeli 3 / A detailed description of the kind of dust in Table 3; Objaśnienia jak w tabeli 4 / Abbreviations as in Table 4.



Ryc. 15. Stężenie pyłu wdychalnego w Polsce w latach 2001–2005 – produkcja włókien chemicznych
Fig. 15. Concentration of inhalable dust in Poland, 2001–2005: production of man-made fibers



Ryc. 16. Stężenie pyłu respirabilnego w Polsce w latach 2001–2005 – produkcja włókien chemicznych
Fig. 16. Concentration of respirable dust in Poland, 2001–2005: production of man-made fibers.

OMÓWIENIE

Przemysł chemiczny to sektor gospodarki, w którym najczęściej występuje narażenie na czynniki chemiczne. Niewiele jest analiz dotyczących narażenia na pył w tym sektorze. Specyficzne warunki pracy sprawiają, że oprócz narażenia na liczne substancje chemiczne powszechnie występuje tu także narażenie na różnego rodzaju pyły. Emisja pyłu towarzyszy głównie takim procesom, jak: rozdrabnianie, zagęszczanie, mieszanie, przesiewanie, workowanie, paczkowanie, odważanie, dozowanie i transportowanie materiałów sypkich. Z wcześniejszej analizy, dokonanej przez autorki niniejszej publikacji, obejmującej wszystkie branże gospodarki, wynika, że zarówno stężenia pyłów, jak i odsetek wyników pomiarów przekraczających obowiązujące normatywy w przemyśle chemicznym były nieco niższe niż obserwowane w górnictwie węglowym i niewęglowym, jednak wyższe w porównaniu z pozostałymi branżami (19,20).

W niniejszej pracy zanalizowano narażenie na różnego rodzaju pyły w wyodrębnionych 7 grupach produkcyjnych zgodnych z PKD. Narażenie na pyły w każdej grupie oceniono na stanowiskach związanych bezpośrednio z produkcją i transportem i oddzielnie na stanowiskach nieprodukcyjnych. Ocena objęła łącznie prawie 3 tys. wyników pomiarów, przeprowadzonych w zakładach tej branży w Polsce w latach 2001–2005, z czego ponad tysiąc pomiarów wykonano w grupie produkującej podstawowe chemikalia. W przeprowadzonej analizie najwyższe stężenie frakcji wdychalnej pyłu stwierdzono przy produkcji podstawowych wyrobów chemicznych i chemikaliów, które wynosiło $2,83 \text{ mg/m}^3$. Szczególnie wysokie narażenie dotyczyło pracowników zatrudnionych na stanowiskach bezpośrednio związanych z produkcją i transportem podstawowych chemikaliów – $3,11 \text{ mg/m}^3$. Ponad 15% wyników pomiarów przekraczało wartość dopuszczalną.

W innych badaniach przeprowadzonych w Polsce ponad 10 lat wcześniej w 3 zakładach produkujących podstawowe chemikalia stężenia pyłu wdychalnego były wyższe i mieściły się w przedziale $5\text{--}14 \text{ mg/m}^3$ (średnie stężenie wynosiło $10,30 \text{ mg/m}^3$). Stężenie pyłu respirabilnego wahało się od $0,1$ do $1,9 \text{ mg/m}^3$ (średnia wynosiła $1,1 \text{ mg/m}^3$). Najwyższe stężenie pyłu stwierdzono podczas rozdrabniania surowców i gotowego produktu. Stwierdzono, że stężenia pyłu wdychalnego uzyskane podczas produkcji podstawowych chemikaliów były 2-krotnie wyższe, natomiast stężenia pyłu

respirabilnego 5-krotnie wyższe od obowiązującego normatywu higienicznego. Z przedstawionej analizy wynikało, że stężenia podczas produkcji podstawowych chemikaliów były wyższe od stężeń otrzymanych podczas stosowania gotowych wyrobów (21).

We Włoszech w latach 80. ubiegłego wieku przeprowadzono analizę narażenia zawodowego w przemyśle chemicznym. W badaniu analizowano stężenie pyłów w takich miejscach pracy, jak suszarnia oraz mieszalnia, gdzie stężenia te w ponad 60% pobranych próbek powietrza wynosiły powyżej 10 mg/m^3 . Średnie narażenie na pył w tych działach wynosiło odpowiednio: $6,1 \text{ mg/m}^3$ i $8,6 \text{ mg/m}^3$ (22).

W doniesieniu z Kanady autorzy dokonali analizy stężeń pyłu w zakładach produkujących węglík krzemu (pył zawierający 2–50% SiO_2). Najwyższe stężenia dotyczyły robotników ($1,16 \text{ mg/m}^3$), operatorów koparko-ładowarki ($1,15 \text{ mg/m}^3$) i sortowaczy ($0,73 \text{ mg/m}^3$). Nie zaobserwowano przekroczeń wartości dopuszczalnych (23).

W Norwegii w 3 zakładach produkujących podstawowe chemikalia autorzy dokonali analizy stężeń pyłu wdychalnego i respirabilnego na następujących stanowiskach: operatora mieszalnika, ciągu transportowego, ładowarki, dźwigu, sterowni, kruszarki, pakowacza, mechanika i elektryka. Najwyższe stężenia pyłu wdychalnego obserwowano na stanowiskach: operatora kruszarki ($\text{GM} = 4,8 \text{ mg/m}^3$) oraz pakowacza ($\text{GM} = 3,0 \text{ mg/m}^3$). Z kolei najwyższe średnie stężenie dla pyłu respirabilnego występowało na stanowiskach: operatora kruszarki ($\text{GM} = 4,8 \text{ mg/m}^3$) oraz operatora mieszalnika ($\text{GM} = 0,41 \text{ mg/m}^3$) (24).

Z przeprowadzonej przez nas analizy wynika, że średnie stężenie podczas produkcji pestycydów i pozostałych środków agrochemicznych wynosiło $2,17 \text{ mg/m}^3$ w przypadku pyłu wdychalnego i $0,54 \text{ mg/m}^3$ dla pyłu respirabilnego. Blisko 10% wyników pomiarów przekraczało wartości normatywu higienicznego. Kossman i wsp. (25) w swoim artykule przedstawili m.in. wyniki pomiarów stężeń pyłu uzyskane przy produkcji pylistych środków ochrony roślin. Badanie objęło 131 pracowników z 2 oddziałów zakładu chemicznego. Średnie stężenie pyłu na stanowiskach pracy było wyższe niż w naszych badaniach i wynosiło $4,8\text{--}5,2 \text{ mg/m}^3$. Zawartość WKK w pył wdychalnym mieściła się w przedziale 28–65%. W badaniach przeprowadzonych wcześniej przez Śliwińskiego w zakładach produkujących również pyliste środki ochrony roślin uzyskano podobne wyniki oznaczeń stężeń pyłu (26). Kolejne pomiary w tych zakładach wykonane po 10 la-

tach wykazały, że średnie stężenia pyłu wdychalnego na stanowiskach produkcyjnych i pomocniczych mieściły się w przedziale 0,42–16,66 mg/m³, a pyłu respirabilnego – 0,12–3,09 mg/m³. Zawartość wolnej krystalicznej krzemionki była nieco niższa i wahała się od 1% do 40% (27).

Z przeprowadzonej przez nas analizy za lata 2001–2005 wynika, że średnie stężenie pyłu przy produkcji pestycydów i pozostałych agrochemicznych jest niższe niż uzyskane przez innych autorów. Pyły towarzyszące tej produkcji były kwalifikowane do grupy pyłów zawierających 2–50% WKK.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonej analizy wyników pomiarów stężeń frakcji wdychalnej i respirabilnej pyłu w przemyśle chemicznym można sformułować następujące wnioski:

1. Ekspozycja na pył w przemyśle chemicznym jest zróżnicowana w zależności od rodzaju produkcji. Najwyższy odsetek przekroczeń NDS odnotowano przy produkcji podstawowych chemikaliów, a najniższy przy produkcji pestycydów i innych środków agrochemicznych.
2. Najwyższe stężenie pyłu i najwyższy odsetek przekroczeń NDS odnotowano w zakładach produkujących podstawowe wyroby chemiczne, gdzie występują głównie pyły o niższej kilkuprocentowej zawartości WKK.
3. W zakładach produkujących pestycydy i środki agrochemiczne, gdzie mogą występować pyły o wysokiej toksyczności, tylko na pojedynczych stanowiskach stwierdzono przekroczenia normatywów higienicznych.
4. W zakładach produkujących farby i lakiery, gdzie stwierdzono około 11% przekroczeń NDS, występuje emisja w większości pyłów o niskiej zawartości WKK, kwalifikowanych jako nietoksyczne.
5. W zakładach wyrobów farmaceutycznych, środków myjących, czyszczących i kosmetyków oraz w zakładach produkujących włókna chemiczne odnotowano relatywnie niskie stężenia pyłów, w większości o niskiej toksyczności, tylko w nieznacznym odsetku przekraczające normatywy higieniczne.
6. Stężenia pyłu w zakładach branży chemicznej stwierdzone w latach 2001–2005 nie wykazują tendencji spadkowej, ale są znacznie niższe od wykazywanych w poprzednich 10-leciach.

PIŚMIENNICTWO

1. Główny Urząd Statystyczny. Warunki pracy w 2009 r. GUS, Warszawa 2010
2. Markom A., Hjorth N.: Bezpieczeństwo i higiena pracy w małych i średnich przedsiębiorstwach przemysłu chemicznego, produkcji wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych 2005. Publikacja przygotowana w ramach projektu finansowanego przez Unię Europejską PL 2002/000-196.01.04. Bezpieczeństwo i higiena pracy w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw (MSP). Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2005
3. Romundstad P., Andersen A., Haldorsen T.: Non-malignant mortality among Norway silicon carbide smelter workers. *Occup. Environ. Med.* 2002;59:345–347
4. Spandorfer M., Curtiss D., Synder J.W.: Health hazards in drawing and painting. *Occup. Med.* 2001;16(4):535–555
5. Jaga K., Dharmani C.: Sources of exposure to and public health implications of organophosphate pesticides. *Rev. Panam. Salud Publica* 2003;14(3):171–185
6. Gennaro V., Ceppi M., Crosignani P., Montanaro F.: Reanalysis of updated mortality among vinyl and polyvinyl chloride workers: Confirmation of historical evidence and new findings. *BMC Public Health* 2008;8-21
7. Hnizdo E., Vallyathan V.: Chronic obstructive pulmonary disease due to occupational exposure to silica dust: a review of epidemiological and pathological evidence. *Occup. Environ. Med.* 2003;60:237–243
8. Cheng H., Sathiakumar N., Graff J., Matthews R., Delzell E.: 1-3-butadiene and leukemia among synthetic rubber industry workers: Exposure-response relationships. *Chem. Biol. Interact.* 2007;166(1–3):15–24
9. Pośniak M., Kozieł E., Jeżewska A.: Narażenie zawodowe na szkodliwe substancje chemiczne podczas przetwarzania żywic fenolowo-formaldehadowych. *Int. Jit. Saf. Ergon.* 2001;7:263–276
10. Sathiakumar N., Graff J., Macaluso M., Maldonado G., Matthews R., Delzell E.: An updated study of mortality among North America synthetic rubber industry worker. *Occup. Environ. Med.* 2005;62(11):822–829
11. Sathiakumar N., Brill I., Delzell E.: 1-3-butadiene, styrene and lung cancer among synthetic rubber industry workers. *J. Occup. Environ. Med.* 2009;51(11):1326–1332
12. Graff J.J., Sathiakumar N., Macaluso M., Maldonado G., Matthews R., Delzell E.: Chemical exposure in the synthetic rubber industry and lymphohematopoietic cancer mortality. *J. Occup. Environ. Med.* 2005;47:916–932
13. Mastrangelo G., Fedeli U., Fadda E., Milan G., Turato A., Pavanello S.: Lung cancer risk in workers exposed to poly-

- (vinyl chloride) dust: a nested case-referent study. *Occup. Environ. Med.* 2003;60:423–428
14. Boffetta P., Adami H.O., Cole P., Trichopoulos D., Mandel J.S.: Epidemiological studies of styrene and cancer: review of the literature. *J. Occup. Environ. Med.* 2009;51(11):1275–1287
 15. Buggy M.D., Kjuus H., Martinesen J.I., Kjearheim K.: Cancer incidence among short- and long-term workers in the Norwegian silicon carbide industry. *Scand. J. Work Environ. Health* 2010;36(1):71–79
 16. Romundstad P., Andersen A., Haldorsen T.: Cancer incidence among workers in the Norwegian silicon carbide industry. *Am. J. Epidemiol.* 2001;153:978–986
 17. Bujak-Pietrek S., Mikołajczyk U., Szadkowska-Stańczyk I., Stroszejn-Mrowca G.: Narazenie pracowników wybranych gałęzi gospodarki na pyły – wykorzystanie elektronicznej ogólnopolskiej bazy danych. *Med. Pr.* 2008;59(3):203–213
 18. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. *DzU z 2002 r. nr 217, poz. 1833*
 19. Mikołajczyk U., Bujak-Pietrek S., Szadkowska-Stańczyk I.: Narazenie na pył w górnictwie węglowym. Analiza na podstawie pomiarów wykonanych przez laboratoria badań środowiska pracy w Polsce w latach 2001–2005. *Med. Pr.* 2010;61(3):287–297
 20. Bujak-Pietrek S., Mikołajczyk U., Szadkowska-Stańczyk I.: Analiza stężeń pyłu w górnictwie niewęglowym. Ocena narażenia na podstawie pomiarów wykonanych przez laboratoria środowiska pracy w Polsce w latach 2001–2005. *Med. Pr.* 2011;62(2):113–125
 21. Woźniak H., Bielichowska G., Opalska B.: Węgiel krzemu, narażenie zawodowe, propozycje NDS. *Med. Pr.* 1997;48(2):129–137
 22. Mastrangelo G., Saia B., Marcer G., Piazzat G.: Epidemiological study of pneumoconiosis in the Italia poly (vinyl chloride) industry. *Environ. Health Perspect.* 1981;41:153–157
 23. Dion C., Dufresne A., Jacob M., Perrault G.: Assessment of exposure to quartz, cristobalite and silicon carbide fibres (whiskers) in a silicon carbide plant. *Ann. Occup. Hyg.* 2005;49(4):335–343
 24. Føreland S., Bye E., Bakke B., Eduard W.: Exposure to fibres, crystalline silica, silicon carbide and sulphur dioxide in the norwegian silicon carbide industry. *Ann. Occup. Hyg.* 2008;52(5):317–336
 25. Kossmann S., Pierzchała W., Hefczyc J.: Nadreaktywność oskrzeli u pracowników zakładów chemicznych produkujących pyliste środki ochrony roślin. *Wiad. Lek.* 1999;52(1–2):25–29
 26. Śliwiński Z., Hermanowicz A., Kossmann S., Hrycek A.: Neutrophil function in chemical plant workers employed in the production of dust pesticides. *Pol. J. Occup. Med. Environ. Health* 1991;4(3):241–247
 27. Kossmann S., Tustanowski J., Kołodziej B.: Dysfunkcja nerek u pracowników zakładu chemicznego produkujących pyliste środki ochrony roślin. *Med. Pr.* 2001;52(4):253–256